



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS  
SOBRE A PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS MISTIÇAS  
CRIADAS EM SISTEMA DE PASTEJO IRRIGADO EM  
AMBIENTE TROPICAL SEMIÁRIDO**

CANDISSE CLAUDINNE VIEIRA DA SILVA

Zootecnista

MOSSORÓ-RN-BRASIL  
Fevereiro 2014

CANDISSE CLAUDINNE VIEIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS  
SOBRE A PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS MISTIÇAS  
CRIADAS EM SISTEMA DE PASTEJO IRRIGADO EM  
AMBIENTE TROPICAL SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia de Oliveira Lima - UFERSA

MOSSORÓ-RN-BRASIL  
Fevereiro de 2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)**  
**Setor de Informação e Referência**

S586i Silva, Candisse Claudinne Vieira da.  
Influência das condições meteorológicas sobre a produção de vacas leiteiras mestiças criadas em sistema de pastejo irrigado em ambiente tropical semiárido. / Candisse Claudinne Vieira da Silva. -- Mossoró, 2014.

45f.: il.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Patrícia de Oliveira Lima.  
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1. Produção leiteira. 2. Variáveis ambientais. 3. Estresse térmico. 4. Lactação. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT

CDD: 637.1

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva  
CRB-15/120

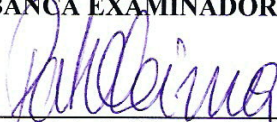
CANDISSE CLAUDINNE VIEIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS  
SOBRE A PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS  
MISTIÇAS CRIADAS EM SISTEMA DE PASTEJO  
IRRIGADO EM AMBIENTE TROPICAL SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal

APROVADA EM: 27/02/2014

**BANCA EXAMINADORA:**



\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Patrícia de Oliveira Lima (UFERSA)  
(Presidente da Banca e Orientadora)



\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Aracely Rafaelle Fernandes Ricarte (UFERSA)  
(Primeiro Conselheiro)



\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Liz Carolina da Silva Lagos Cortes Assis (UFERSA)  
(Segundo Conselheiro)

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**CANDISSE CLAUDINNE VIEIRA DA SILVA** - nasceu no dia 21 de Março de 1987, na cidade de Mossoró/RN. Fez todo o ensino médio no Millennium Colégio e Curso (em Mossoró), onde concluiu no ano de 2004. Iniciou o ensino superior em Setembro de 2005, na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), onde cursou a graduação em Zootecnia, concluindo em Janeiro de 2011. Ingressando mais tarde, em Março de 2012, no programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Onde no decorrer do curso de Pós-Graduação, concluiu os créditos de disciplinas exigidos pela grade curricular do curso, foi bolsista REUNI durante o período de Março de 2012 a Fevereiro de 2014, fez estágio de docência nas disciplinas de Bovinocultura de Leite e Bovinocultura de Corte e Bubalinocultura das turmas de Zootecnia, cumprindo 76 horas/aula, ministradas pela professora Doutora Patrícia de Oliveira Lima. Foi integrante do grupo de estudo e pesquisa PETRUS, durante todo o curso de Graduação e Pós-graduação, participando das atividades desenvolvidas pelo grupo. Participou do Programa Ciência Sem Fronteiras entre os meses de Agosto a Outubro de 2012, na instituição de ensino Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” /Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/Unesp, Jaboticabal/SP, na qual fez as disciplinas de Fisiologia Endócrina e Metabólica (Carga Horária Total 90 horas), Observação e Medida do Comportamento Animal (Carga Horária Total 150 horas) e Avaliação e Medida do Bem-Estar Animal (Carga Horária Total 30 horas), promovido pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, curso de Mestrado.

A minha mãe e minha avó materna, que sempre acreditaram no meu potencial. Hoje posso dedicar este título às pessoas mais importantes da minha vida:

*Francione Vieira e Assíria Vieira*

**DEDICO**

"O saber a gente aprende com os mestres e os livros. A sabedoria se aprende é com a vida e com os humildes"

(Cora Coralina)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço ao todo poderoso, nosso Pai celestial, que me deu sabedoria para trilhar esse caminho, e saber driblar as pedras que apareceram ao longo desta caminhada;

À minha mãe Francione, que com todas as dificuldades procurava sempre dá o possível e impossível para que eu tivesse sempre o melhor;

À minha avó Assíria, que é tudo pra mim, é mãe, avó, amiga, é o meu porto seguro, que compartilhou cada momento de felicidade, e de tristeza durante todo esse período, o meu muito obrigada ainda será pouco por tudo que ela faz por mim!

Ao meu noivo Breno Leite, que estava presente em todos os momentos, mesmo no período que passei em outra cidade, ele sempre me dava apoio e não me deixava fraquejar, te amo muito meu pequeno;

Às minhas tias e tios, pela confiança que tiveram em mim, e pelo apoio nessa fase da minha vida;

Ao meu sobrinho João Alberto, que mesmo quando eu estava estressada com os problemas do dia a dia, ele vinha ao meu encontro e me fazia sorrir;

A minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Patrícia Lima. Pelos conhecimentos passados e experiências vividas. Sempre serei grata por tudo!!!

Ao Msc. Leonardo Lelis, que me orientou e ajudou durante todo o período do mestrado, pelo conhecimento repassado na área da bioclimatologia durante o desenvolvimento do meu projeto, o meu muito obrigada!!!

À minha amiga de todas as horas, Cedma Oliveira, que esteve comigo em todas as fases dessa caminhada. Ajudando-me em todos os sentidos, trocando conhecimentos, e até discutindo (é, amigas também brigam, risos), mas discussões estas, que serviram para nos aproximarmos mais, foram experiências como essas que vivenciamos e que apesar das dificuldades foram vencidas. Nem tenho palavras para te agradecer amiga! Estarei aqui sempre que for preciso!!!



Ao Sr. Luiz Prata Girão, proprietário da Fazenda Flor da Serra, e ao seu sócio Sr. Alexssandro, por terem disponibilizado os dados da Fazenda para o desenvolvimento da minha pesquisa, além de terem disponibilizado também alojamento e alimentação no período que passei coletando os dados;

Aos funcionários da Fazenda Flor da Serra, que sempre estavam prontos para ajudar, todos se tornaram muito especiais;

Ao professor Dr. Sc. Solerne Costa por ter disponibilizado os dados da estação meteorológica do Instituto Federal do Ceará;

Aos Professores do programa de Pós-graduação em Ciência Animal (UFERSA) e em Zootecnia (UNESP-Jaboticabal), que contribuíram repassando conhecimentos e ensinamentos para o meu crescimento como profissional;

Ao PETRUS, por ter proporcionado a vivência de um Zootecnista dia a dia.

A CAPES, pela bolsa de estudo REUNI concedida a minha pessoa por todo o período em que cursei o mestrado;

O meu agradecimento eterno a cada um que contribuiu para o meu crescimento pessoal e profissional, muito obrigada!!!!

## **INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS SOBRE A PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS MISTIÇAS CRIADAS EM SISTEMA DE PASTEJO IRRIGADO EM AMBIENTE TROPICAL SEMIÁRIDO**

SILVA; Candisse Claudinne Vieira da. **Influência das condições meteorológicas sobre a produção de vacas mestiças criadas em sistema de pastejo irrigado em ambiente tropical semiárido**. 2014. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção e Sanidade Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, Brasil, 2014.

**RESUMO:** Animais sob estresse térmico tendem a ter sua capacidade produtiva e reprodutiva afetadas, baseado nisto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência das variáveis climáticas sobre a produção de vacas leiteiras mestiças criadas em ambiente semiárido no Nordeste Brasileiro. Foram utilizados dados de produção de 497 vacas mestiças (Holandês X Gir), entre os anos de 2008 a 2012, criadas em sistema de pastejo rotacionado, utilizando capim Tanzânia como pastagem, com água *ad libitum* e suplementadas com ração a 18% de proteína. Os dados meteorológicos foram coletados na estação meteorológica do Instituto Federal do Ceará, localizada na Chapada do Apodi, na cidade de Limoeiro do Norte a 500m da fazenda onde as vacas são criadas. Os animais foram classificados quanto às lactações (1 a 5) e quanto aos dias em lactação (DIM – 0 a 300), sendo divididos em 10 grupos a cada 30 dias. Desta forma a produção média foi avaliada conforme a lactação e o tempo em lactação (DIM). A análise de variância foi baseada no método dos quadrados mínimos e para a análise de correlação, foi utilizado o método de Pearson, onde foram analisados os dados da produção de leite e todas as variáveis ambientais utilizadas, para cada lactação e cada DIM. A média da produção cresceu à medida que aumentou a ordem de lactação. Com relação às variáveis ambientais, observou-se que houve correlação positiva entre a temperatura do ar e a produção ( $P < 0,05$ ), e que a precipitação e a umidade relativa do ar foram inversamente proporcionais a produção ( $P < 0,05$ ). Na região semiárida as vacas mestiças apresentam produção crescente até a 5ª lactação e pico ocorre entre 60 e 90 dias de lactação. A produção diária de leite apresentou correlação com as variáveis meteorológicas. Negativamente com a umidade relativa e, principalmente, com a precipitação pluviométrica, e positivamente, mas baixa, com a temperatura do ar.

**Palavras-chave:** Produção leiteira, variáveis ambientais, estresse térmico, lactação

## **INFLUENCE OF WEATHER ON THE PRODUCTION OF DAIRY COWS GRAZING CROSSBRED CREATED IN THE CROP SYSTEM IN TROPICAL ENVIRONMENT SEMIARID**

SILVA; Candisse Claudinne Vieira da. **Influence of weather on the production of dairy cows grazing crossbred created in the crop system in tropical environment semiarid.** 2014. 45p. Dissertation (Master in Animal Science: Animal Production and Health) – Post-graduate Program on Animal Science, Federal Agricultural University of the Semi-Arid Region (UFERSA), Mossoró - RN, Brazil, Mossoró, 2014.

**SUMMARY:** Animals under heat stress tend to have affected their productive and reproductive capacity, based on this, the objective of this study was to evaluate the influence of climatic variables on the production of crossbred dairy cows reared in semi-arid environment in Northeast Brazil. Data were used for the production of 497 crossbred cows (Holstein x Gir), between the years 2008 to 2012, created in rotational grazing system using Guinea grass as pasture, with water ad libitum and supplemented with feed at 18 % protein. Meteorological data were collected at the Federal Institute of Ceará weather station, located in the Apodi Plateau, in the city of Limon Northern 500m from the farm where the cows are raised. The animals were classified as lactations (1-5) and according to days in milk (DIM - 0-300), were divided into 10 groups every 30 days. Thus the average production was evaluated according to lactation and time in lactation (DIM). Analysis of variance was based on the least squares method and the correlation analysis, the Pearson method, where data of milk production and all environmental variables used for each lactation and DIM were analyzed each was used. The average production grew as increased lactation order. Regarding environmental variables, it was observed that there was a positive correlation between the air temperature and production ( $P < 0.05$ ), and precipitation and relative humidity were inversely proportional to production ( $P < 0.05$ ). In semiarid region crossbred cows have increased production to 5th lactation and peak occurs between 60 and 90 days of lactation. The daily milk yield was correlated with meteorological variables. Negatively with relative humidity and mainly with rainfall and positively but low, with the air temperature.

**Keywords:** Milk production, environmental variables, heat stress, lactation

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Escalas de risco de acordo com as faixas do Índice de Temperatura e Umidade.....           | 21 |
| Tabela 2 - Escalas de risco de acordo com as faixas do Índice de Temperatura Equivalente.....         | 23 |
| Tabela 3 – Escalas de risco de acordo com as faixas do Índice de Carga Térmica.....                   | 23 |
| Tabela 4 – Correlação entre a produção de leite de vacas mestiças a lactação 1 e classes de DIM ..... | 42 |
| Tabela 5 –. Correlação entre a produção de leite de vacas mestiças a lactação 2 e classes de DIM..... | 42 |
| Tabela 6 – Correlação entre a produção de leite de vacas mestiças a lactação 3 e classes de DIM.....  | 43 |
| Tabela 7 –. Correlação entre a produção de leite de vacas mestiças a lactação 4 e classes de DIM..... | 43 |
| Tabela 8 –. Correlação entre a produção de leite de vacas mestiças a lactação 5 e classes de DIM..... | 44 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Medidor de leite utilizado na propriedade para realização do controle leiteiro.....                                                                       | 25 |
| Figura 2 – Temperatura do ar média mês a mês ao longo dos anos (2008, 2009, 2010, 2011 e 2012).....                                                                  | 27 |
| Figura 3 – Umidade Relativa média mês a mês ao longo dos anos (2008, 2009, 2010, 2011 e 2012).....                                                                   | 28 |
| Figura 4 – Precipitação pluviométrica em relação aos meses ao longo dos anos (2008, 2009, 2010, 2011 e 2012).....                                                    | 28 |
| Figura 5 – Média, máxima e mínima das temperaturas médias dos meses dos 5 anos....                                                                                   | 29 |
| Figura 6 – Média, máxima e mínima das umidades relativas médias dos meses dos 5 anos.....                                                                            | 30 |
| Figura 7 – Relação entre temperatura média dos meses em função da umidade relativa média dos meses ao longo dos anos 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012.....              | 30 |
| Figura 8 – Médias de produção em litros, de acordo com a ordem de lactação e em função das classes de dias de lactação.....                                          | 31 |
| Figura 9 – Relação entre média mensal da produção diária de leite em função da temperatura média dos meses ao longo dos anos 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012.....      | 32 |
| Figura 10 – Relação entre média mensal da produção diária de leite em função da umidade relativa média dos meses ao longo dos anos 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012.... | 33 |
| Figura 11 – Correlação entre a precipitação pluviométrica e a produção de leite ao longo dos 5 anos.....                                                             | 34 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

|                   |                                                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------|
| UFERSA            | Universidade Federal Rural do Semiárido               |
| $U_R$             | Umidade relativa do ar (%)                            |
| $U_{R\text{máx}}$ | Umidade relativa do ar máxima (%)                     |
| $U_{R\text{mín}}$ | Umidade relativa do ar mínima (%)                     |
| $t_A$             | Temperatura do ar (°C)                                |
| $t_{A\text{máx}}$ | Temperatura do ar máxima (°C)                         |
| $t_{A\text{mín}}$ | Temperatura do ar mínima (°C)                         |
| Pp                | Precipitação pluviométrica (mm)                       |
| ZCT               | Zona de Conforto Térmico                              |
| ZT                | Zona de Termoneutralidade                             |
| DIM               | Days In Milk (dias em lactação)                       |
| IFCE              | Instituto Federal do Ceará                            |
| IPECE             | Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará |
| MS                | Matéria Seca                                          |
| ITU               | Índice de temperatura e umidade                       |
| ITGU              | Índice de temperatura do globo e umidade              |
| ITE               | Índice de temperatura equivalente                     |
| ICT               | Índice de carga térmica                               |
| IFR               | Índice de frequência respiratória                     |

## SUMÁRIO

|                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                                                      | <b>15</b> |
| <b>2. OBJETIVOS.....</b>                                                                       | <b>17</b> |
| 2.1.GERAL.....                                                                                 | 17        |
| 2.2.ESPECÍFICOS.....                                                                           | 17        |
| <b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                                                           | <b>18</b> |
| 3.1.O CLIMA SEMIÁRIDO E A PRODUÇÃO LEITEIRA.....                                               | 18        |
| 3.2.OS EFEITOS DA VARIÁVEIS CLIMÁTICAS SOBRE O DESEMPENHO<br>PRODUTIVO DE VACAS LEITEIRAS..... | 19        |
| 3.3.ESTRESSE TÉRMICO <i>VERSUS</i> PRODUÇÃO DE LEITE.....                                      | 20        |
| 3.4.ÍNDICES DE ADAPTAÇÃO E CONFORTO TÉRMICO.....                                               | 21        |
| 3.4.1. Índice de temperatura e umidade.....                                                    | 21        |
| 3.4.2. Índice de temperatura do globo e umidade.....                                           | 22        |
| 3.4.3. Índice de temperatura equivalente.....                                                  | 22        |
| 3.4.4. Índice de carga térmica.....                                                            | 23        |
| 3.4.5. Índice de frequência respiratória.....                                                  | 23        |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                                              | <b>25</b> |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                                          | <b>27</b> |
| <b>6. CONCLUSÕES.....</b>                                                                      | <b>36</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                        | <b>37</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O Nordeste é caracterizado por apresentar em sua região central, clima tropical semiárido, o qual apresenta altas temperaturas e altos índices de radiação durante todo o ano, além da precipitação pluviométrica irregular. Estes fatores podem influenciar o desempenho das vacas leiteiras, as quais terão quedas na sua produção leiteira devido ao desafio ambiental proporcionado diariamente.

O efeito das variáveis meteorológicas sobre o desempenho de vacas leiteiras é marcante, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, razão pela qual o conhecimento das relações funcionais entre o animal e o meio ambiente permite-se adotar procedimentos que elevem a eficiência da exploração leiteira (DAMASCENO & TARGA, 1997). A participação da região Nordeste em relação à produção nacional vem se destacando na última década, tendo sido a terceira região que mais cresceu, sendo responsável por 12% de todo o leite produzido no país (NASCIMENTO et. al., 2013).

O conforto térmico é essencial para que os animais desempenhem suas funções fisiológicas, para isto é necessário minimizar os efeitos do estresse térmico causado pelas condições meteorológicas. Essas representam grande desafio aos produtores por alterarem os três processos vitais dos animais, como a manutenção, a reprodução e a produção de leite (HEAD, 1995). Essa forte influência sobre o desempenho animal afeta os mecanismos de transferência de calor e, assim, a regulação do balanço térmico entre o animal e o meio (PERISSINOTTO et. al., 2005).

Vacas leiteiras sob estresse térmico apresentam alterações comportamentais e fisiológicas. Com isto, o seu desempenho produtivo e reprodutivo são reduzidos como consequência da ação dos mecanismos termorregulatórios, e dependendo do nível e do período de intensidade do estresse, o desconforto térmico pode ser considerado brando, intermediário ou severo, devendo, contudo, distinguir a perda de produção devido ao desconforto térmico, da perda ocasionada por baixo valor nutritivo das pastagens, parasitoses, mau manejo do rebanho, dentre outros (SILVA, 2000).

Alterações de comportamento são realizadas pelo animal com o objetivo de reduzir a produção de calor ou promover a sua perda, evitando estoque adicional de calor corporal (LEME et. al., 2005). Algumas reações são expressas pelos bovinos para manter o conforto térmico, como procurar sombra para evitar a radiação direta, reduzir o consumo de alimento o que, conseqüentemente, diminuirá o metabolismo, aumentará o consumo de água durante o



dia, evitam ainda contato direto com superfícies que possam trocar calor, além de aumentar também a frequência respiratória.

Os decréscimos observados na produção de leite em vacas sob estresse pelo calor ocorrem em virtude dos efeitos envolvidos na regulação térmica, no balanço de energia e nas modificações endócrinas, dentre outros (JOHNSON, 1985). Titto (1998) afirma que a recuperação da produção de leite após o estresse térmico ocorre de forma lenta e em graus que variam com a intensidade e a duração do estresse, além da fase da lactação dentro dos limites fisiológicos da glândula mamária, podendo recuperar totalmente a produção normal ou até comprometer toda lactação.

Um ambiente é considerado confortável quando o animal está em equilíbrio térmico com ele, ou seja, em que o calor produzido pelo metabolismo é perdido para o meio ambiente sem prejuízo da homeostase do animal (COSTA & SILVA et. al., 2010).

Com isso, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência das variáveis climáticas sobre a produção de vacas leiteiras criadas em ambiente semiárido no Nordeste Brasileiro.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

- Avaliar a influência das variáveis meteorológicas sobre a produção de vacas leiteiras criadas em ambiente semiárido no Nordeste Brasileiro.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a influência da temperatura do ar ( $T_A$ , °C), umidade relativa do ar ( $U_R$ , %), precipitação pluviométrica ( $P_P$ , mm) sobre a produção de leite;
- Avaliar a variação da produção de leite ao longo do ano na região semiárida, no município de Limoeiro do Norte no estado do Ceará;
- Avaliar a produção diária de vacas de acordo com a ordem de lactação e dias em lactação.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 O clima semiárido e a produção leiteira**

O Nordeste brasileiro é conhecido por ser uma região que apresenta quatro tipos de clima, sendo: Clima Equatorial Úmido, Litorâneo Úmido, Tropical e Tropical Semiárido. Este último é o predominante e caracteriza todo território nordestino, é caracterizado por apresentar altas temperaturas, baixa umidade e baixo volume pluviométrico. A região semiárida do Brasil prolonga-se de 928 km<sup>2</sup> abrangendo uma parte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, os sertões da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí e mais 45 municípios do sudeste do Maranhão (FERREIRA, 2009).

Para a região semiárida do Nordeste brasileiro a atividade pecuária é de extrema importância, sobretudo, a criação de ruminantes (NOBREGA et. al., 2011). Baccari Júnior (1990), disse que animais bem adaptados caracterizam-se pela manutenção ou mínima redução no desempenho produtivo, pela elevada eficiência reprodutiva, resistência às doenças, longevidade e baixa taxa de mortalidade durante a exposição ao estresse. Mesmo com clima adverso à produção animal, em boas condições de conforto térmico, a bovinocultura leiteira é uma atividade de grande relevância para a economia das regiões de clima semiárido, gerando emprego para as populações do campo e, conseqüentemente, suprimindo as necessidades alimentares de leite e seus subprodutos, tanto para a população rural como a urbana (RODRIGUES et. al., 2010).

Apesar de conhecermos os riscos climáticos, e sabermos que eles estão sempre presentes, o semiárido nordestino tem suas vantagens na produção animal em geral e para a bovinocultura leiteira em particular. O clima seco, com baixa umidade relativa do ar, favorece a sanidade animal além de favorecer também o resfriamento evaporativo do animal, o que melhora o bem estar dos animais relacionando as condições de conforto térmico, isso tornará satisfatório tanto o desempenho produtivo como reprodutivo. No âmbito do Brasil, o semiárido abrange 70% da área do Nordeste, mais o norte de Minas Gerais. A região é coberta por solos rasos de baixa fertilidade e caracterizada pela vegetação da Caatinga. Os problemas básicos dessa região são a escassez e a irregularidade de chuvas. Ciclicamente ocorrem estiagens prolongadas, com reflexos danosos na economia e com custos sociais elevados (CÂNDIDO, 2005).

### **3.2 Os efeitos das variáveis climáticas sobre o desempenho produtivo de vacas leiteiras**

Para expressar todo o potencial produtivo e reprodutivo, a vaca leiteira precisa estar em ótimas condições de conforto, para isso o meio é determinante, pois os elementos climáticos, tais como temperatura, umidade relativa, vento e radiação, interferem significativamente na produtividade do animal (SILVA et. al., 2009). Como resultado, a vaca desenvolve numerosos mecanismos fisiológicos para lidar com esse estresse. Infelizmente, estas repostas apresentam efeitos negativos sobre a fisiologia da vaca e a produção de leite (BOURAOUI et. al., 2002).

Nos trópicos a produção de leite é muito baixa e o problema principal está na adaptação das raças leiteiras de origem européia, de alta produtividade, ao ambiente composto por fatores climáticos estressantes, tais como altas temperatura e umidade do ar e elevada incidência de radiação solar (MÜLLER, 1989).

A temperatura é neste aspecto, o componente do clima de maior importância porque exerce ação acentuada sobre as duas classes que encerram maior número de espécies domésticas, mamíferos e aves (MEDEIROS & VIEIRA, 1997). Os principais animais de produção de carne, leite, lã, pele e ovos são homeotérmicos. Para estes animais manterem a temperatura corporal relativamente constante, eles necessitam, através de variações fisiológicas, comportamentais e metabólicas, produzir calor (para aumentar a temperatura corporal quando a temperatura diminui) ou perder calor para o meio (diminuir a temperatura corporal no estresse calórico) (BRIDI, 2009).

A redução de ingestão de alimentos resulta em um decréscimo da produção de calor e é uma estratégia usada pelo animal para manter a sua temperatura corporal constante. Em consequência da sua ação sobre o consumo, o estresse calórico tem efeitos marcantes sobre a produção e teor de constituintes do leite (HEAD, 1989). É inquestionável que nas regiões intertropicais as trocas térmicas por radiação entre os animais e o ambiente assumem uma grande importância: elas determinam em muitos casos a diferença entre um ambiente confortável e outro intolerável (POCAY et. al., 2001).

Em resumo, sob condições de estresse pelo frio ou calor, os animais domésticos, lançam mão de mecanismos fisiológicos de produção ou perda de calor para manter a homeotermia. Todavia, na dependência da intensidade do estresse pelo frio ou calor, podem apresentar uma hipotermia ou hipertermia, ou seja, uma temperatura corporal baixa ou elevada,

respectivamente, que se persistir por muito tempo poderá levá-lo à morte (MEDEIROS & VIEIRA, 1997).

### 3.3 Estresse térmico *versus* produção de leite

O estresse térmico pode vir a reduzir a produtividade e a eficiência reprodutiva do gado leiteiro, sendo ele por baixas ou altas temperaturas. Encarnação (1989) afirmou que o conforto térmico dos animais em regime de pastagem é uma condição essencial para garantir a boa produtividade dos rebanhos. Sendo que, animais expostos a forte radiação solar e, conseqüentemente a altas temperaturas, ingressam em um estado conhecido como estresse climático, onde os animais alteram sua frequência respiratória e cardíaca, e principalmente sua taxa metabólica, ou seja, sua capacidade de transformar em carne, leite ou energia o que ingerem. Também procuram sombra para evitar a radiação direta, aumentar o consumo de água durante o dia, e evitam ainda contato direto com superfícies que possam trocar calor.

Os bovinos, dependendo da raça, nível de produção, estágio fisiológico e plano nutricional, apresentam uma faixa de temperatura ambiente em que não sofrem desconforto térmico por frio ou por calor (PERISSINOTTO et. al., 2005). A zona de termoneutralidade mostra os pontos críticos inferior e superior de tolerância do estresse térmico dos animais, onde animais sob estresse pelo frio apresentarão hipotermia, enquanto que os sob estresse por calor apresentarão hipertermia, ambos os estresses poderão levar o animal a morte. Por este motivo o animal deve estar na zona de conforto térmico para que desenvolva suas funções normalmente.

O estresse térmico, afeta negativamente em vários aspectos a produção leiteira, a diminuição da produção de leite e as perdas reprodutivas causam um impacto significativo no potencial econômico das granjas produtoras de leite (BILBY, 2009). Cruz et. al. (2011) afirmam que animais submetidos a estresse térmico reduzem o número de refeições diárias, duração das refeições e o consumo de matéria seca (MS) por refeição. A perda de produção de leite devido ao aumento de temperatura depende de fatores como umidade relativa do ar, velocidade do vento, nutrição e outros fatores relacionados ao manejo (PORCIONATO et. al., 2009).

A recuperação da produção de leite após o estresse térmico ocorre de forma lenta, podendo retornar aos picos de produção de antes, ou comprometendo toda a lactação. Há casos em que os animais têm dificuldades de adaptação ao clima semiárido, porém podem-se utilizar algumas estratégias as quais facilite esta adaptação, como o planejamento das instalações, e a utilização de equipamentos como ventiladores e aspersores, os quais

diminuem os níveis de estresse térmico e, conseqüentemente, melhoram a produção leiteira.

### 3.4 Índices de adaptação e conforto térmico

O animal que é submetido a um ambiente desconfortável irá apresentar redução no seu desempenho, a fim de diminuir a situação de desconforto, alguns autores desenvolveram índices de conforto térmico. Esses índices para animais domésticos visam apresentar em uma única variável, a síntese de vários parâmetros inter-relacionados, como temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação do ambiente que caracterizam o ambiente térmico (Tonello, 2011). Porém cada método apresenta um determinado peso dentro do índice, de acordo com a importância pertencente ao animal (Sampaio et. al., 2004). Veremos a seguir os índices mais utilizados para determinação do nível de desconforto em bovinos.

#### 3.4.1 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

Thom (1958) desenvolveu o ITU, inicialmente utilizado para descrever o conforto térmico de humanos. Porém Johnson et al. (1962) ao observar queda na produção de vacas leiteiras, resolveu utiliza-lo para aferir o conforto desses animais. De acordo com Hahn (1985) as faixas para este índice estão descritos na Tabela 1

Tabela 1 – Escalas de risco de acordo com as faixas do Índice de Temperatura e Umidade.

| Condição de estresse | Faixa de ITU |
|----------------------|--------------|
| Normal               | <70          |
| Crítico              | 71 e 78      |
| Perigo               | 79 e 83      |
| Emergência           | >83          |

E ele pode ser encontrado a partir da seguinte equação:

$$ITU = T_a + 0,36T_{po} + 41,5$$

Onde:

$T_a$ =temperatura do ar (°C)

$T_{po}$ =temperatura do ponto de orvalho (°C)

Apesar de ser de fácil aferição, alguns autores acreditam que há limitações por apenas utilizar a umidade relativa e temperatura do ar. Silva et.al.(2007) afirmaram que ao utilizar o

ITU para calcular o estresse de vacas das raças Holandesa e Jersey, não foram encontrados resultados significativos.

### 3.4.2 Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU)

Em 1981, Buffington et al. sugeriram uma modificação no ITU, adicionar as aferições do globo de Vernon, mais conhecido por globo negro, pois ele daria maior confiabilidade para o estudo em animais expostos a altas temperaturas e a radiação solar intensa. O ITGU é descrito pela seguinte equação:

$$ITGU = Tg + 0,36T_{po} + 41,5$$

Onde:

$T_g$ =temperatura do globo negro (°C)

$T_{po}$ =temperatura do ponto de orvalho (°C)

Em pesquisa realizada por Silva et.al.(2007), onde eles não obtiveram resultados significantes para ITU, também tiveram resultados semelhantes para ITGU, desta forma não aconselha-se atualmente utilizar esses dois índices para medir o conforto dos animais.

### 3.4.3 Índice de Temperatura Equivalente (ITE)

Baeta et. al. (1987) desenvolveram o ITE, o qual combinou temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa para determinar o conforto térmico de vacas leiteiras. Ele utilizou a seguinte equação:

$$ITE = 27,88 - 0,456Ta + 0,01075Ta^2 - 0,4905Ur + 0,00088Ur^2 + 1,1507V - 0,126447V^2 + 0,019876TaUr - 0,046313TaV$$

Onde:

$Ta$ = Temperatura do ar (°C)

$Ur$ = Umidade relativa do ar (%)

$V$ = Velocidade do vento ( $m/s^{-1}$ )

As faixas do ITE podem ser observadas na Tabela 2

Tabela 2 - Escalas de risco de acordo com as faixas do Índice de Temperatura Equivalente.

| Escala                | Faixa de ITE |
|-----------------------|--------------|
| Ausência de problemas | 18 a 27°C    |
| Cautela               | 27 a 32°C    |
| Cautela extrema       | 32 a 38°C    |
| Perigo                | 38 a 44°C    |
| Perigo extremo        | >44°C        |

### 3.4.4 Índice de Carga Térmica (ICT)

Este índice foi criado para ser utilizado em gado de corte, proposto por Gaughan et al.(2002), em animais confinados. Ele é determinado pela seguinte equação:

$$ICT = 33,2 + 0,2Ur + 1,2Tg^* - (0,82V)^{0,1} - \log(0,4V^2 + 0,0001)$$

Onde:

Ur= Umidade relativa do ar (%)

Tg\*=temperatura do globo predita, obtida pela seguinte equação:

$$Tg^* = 1,33Ta - 2,65Ta^{1/2} + 3,21 \log(S + 1) + 3,5$$

Onde:

S= Irradiância solar (W.m<sup>-2</sup>)

Em 2007, Silva et al. encontraram correlações significativas em vacas leiteiras quando utilizou o ICT.

As faixas do índice de carga térmica são descritas na tabela 3.

Tabela 3 - Escalas de risco de acordo com as faixas do Índice de Carga Térmica.

| Escala          | Faixa de ICT |
|-----------------|--------------|
| Situação normal | <89          |
| Cautela         | 89-92        |
| Cautela extrema | 92-95        |
| Perigo          | >95          |

### 3.4.5 Índice de frequência respiratória (IFR)

Eigenberg et. al. (2002) desenvolveu o índice de frequência respiratória, e apresentou duas versões, sendo uma para animais confinados e expostos a radiação solar direta, e outro



para animais confinados sem exposição ao sol. Para animais expostos ao sol, com temperatura ambiente superior a 25°C ele sugeriu a seguinte equação:

$$IFR = 2,8Ta + 0,58Ur - 0,63V + 0,024S - 110,9$$

E para animais em ambiente sombreado, com temperatura ambiente superior a 25°C, a equação sugerida foi:

$$IFR = 2,8Ta + 0,39Ur - 0,36V + 0,064S - 30,0$$

Inicialmente esse índice foi criado para bovinos de corte, porém, hoje é também utilizado para avaliar o nível de estresse de vacas leiteiras.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Flor da Serra, no município de Limoeiro do Norte, localizado no estado do Ceará (latitude 5° 08' 44" e longitude 38° 05' 53"). O clima predominante da região é o Tropical Semiárido com chuvas concentradas nos meses de janeiro a abril. Precipitação pluviométrica média anual é em média de 720,5 mm e, temperatura média anual variando de 26°C a 28°C (IPECE, 2011).

Foram utilizados 12.283 dados de produção referentes a 5 anos, sendo de 2008 a 2012, de 497 vacas mestiças de cruzamento Holandês x Gir variando de ½ sangue até 31/32 , estas foram alimentadas em pastejo rotacionado, utilizando o capim Tanzânia como pastagem, com água *ad libitum*, e suplementadas com ração contendo 18% de proteína na proporção de 1kg de ração para cada 5 kg de leite produzidos.

O controle leiteiro foi feito por pesagem individual do leite produzido pelo animal no dia de coleta, essa pesagem era realizada quinzenalmente, e os dados anotados em uma planilha, onde em seguida eram tabulados e armazenados em um programa de gerenciamento do rebanho.

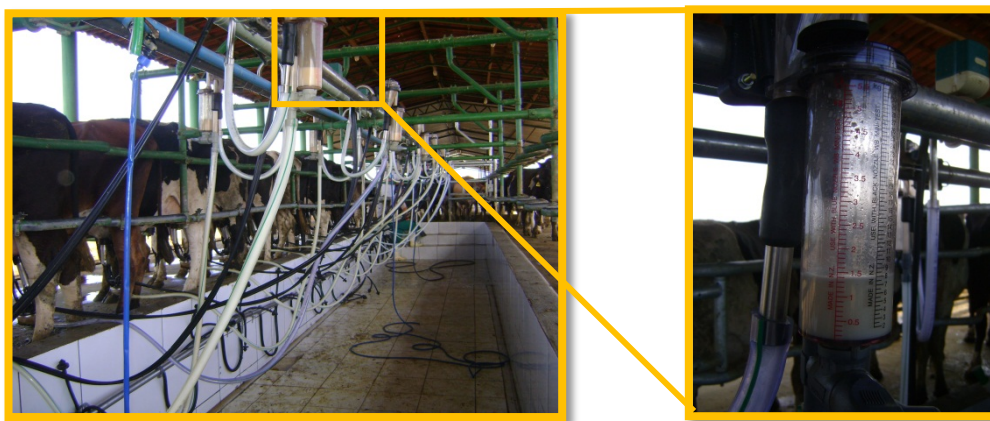


Figura 1 – Medidor de leite utilizado na propriedade para realização do controle leiteiro

Os dados meteorológicos foram coletados na estação meteorológica do IFCE, localizada na Chapada do Apodi, a 500m da fazenda de criação dos animais. Foram coletadas as temperaturas: média, máxima e mínima ( $T_A$ , °C), umidade relativa do ar: média, máxima e mínima ( $U_R$ , %) e precipitação pluviométrica absoluta ( $P_P$ , mm) de todos os dias, desde janeiro de 2008 a dezembro de 2012.

Os animais foram classificados quanto ao número de lactações (1 a 5) e quanto aos dias em lactação (DIM – 0 a 300), sendo divididos em 10 grupos a cada 30 dias. Desta forma a produção média foi avaliada conforme a lactação e o tempo em lactação (DIM).

A análise de variância foi baseada no método dos quadrados mínimos (Harvey, 1960), utilizando-se o programa “Statistical Analysis System” (SAS). A análise da influência das variáveis meteorológicas sobre a produção foi feita a partir do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \alpha + C_i + M_j + A_k + b_1 t_{A\text{méd}} + b_2 t_{A\text{mín}} + b_3 t_{A\text{máx}} + b_4 U_{R\text{méd}} + b_5 U_{R\text{mín}} + b_6 U_{R\text{máx}} + b_7 P_p + \varepsilon_{ijkl}$$

onde,  $Y_{ijklm}$  é o efeito da m-ésima observação da produção de leite,  $C$  é o efeito aleatório da i-ésima classe DIM;  $M$  é o efeito fixo do j-ésimo mês;  $A$  é o efeito fixo do k-ésimo ano;  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$ ,  $b_5$ ,  $b_6$  e  $b_7$  são os coeficientes de regressão sobre a temperatura do ar (média), temperatura do ar (mínima), temperatura do ar (máxima), umidade relativa do ar (média), umidade relativa do ar (mínima), umidade relativa do ar (máxima), e precipitação, enquanto  $\alpha$  é o intercepto e  $\varepsilon_{ijklm}$  é o erro aleatório.

Para a análise de correlação, foi utilizado o método de Pearson, através do programa Statistical Analysis System (SAS) conforme Littell et. al. (1991), onde foram analisados os dados da produção de leite e todas as variáveis ambientais utilizadas, para cada lactação e cada DIM.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra as médias de temperatura ao longo dos cinco anos de janeiro à dezembro. Observou-se que os meses que apresentam temperaturas médias mais elevadas foram janeiro, setembro, outubro, novembro e dezembro, respectivamente 27,42°C; 27,15 °C; 27,48 °C; 27,65 °C; 27,87 °C, enquanto que o mês com temperatura média mais baixa foi Junho com 25,36°C.

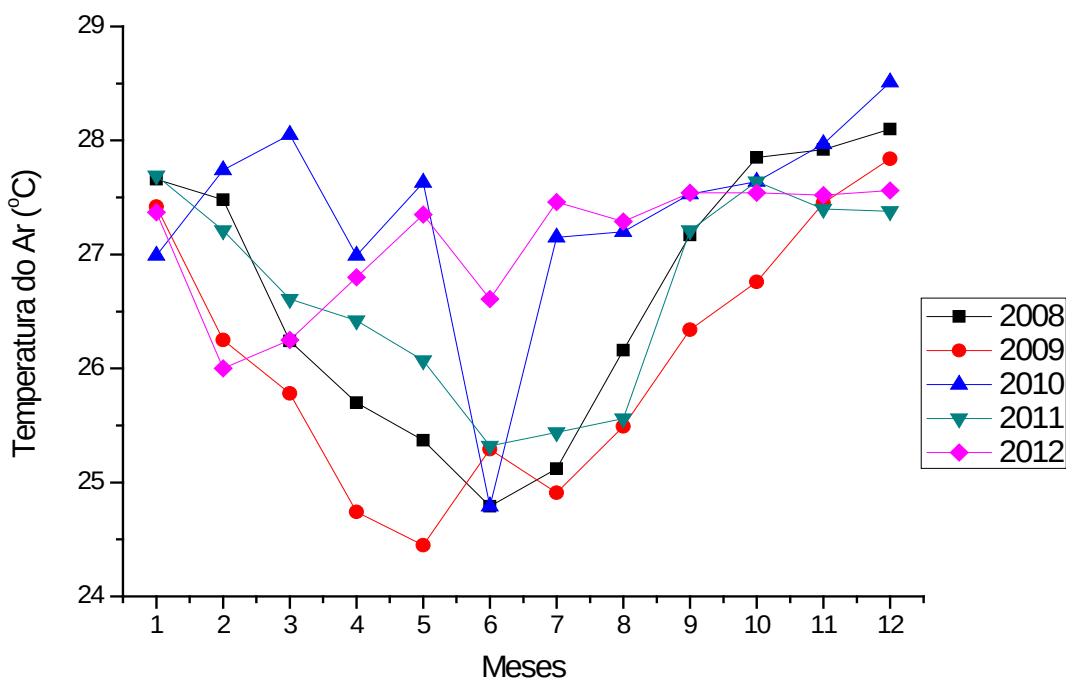


Figura 2: Temperatura média dos meses em relação aos meses ao longo dos anos ( 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012)

A média da umidade relativa ao longo dos cinco anos está ilustrada na Figura 3. A  $U_R$  mais elevada foi registrada no mês de abril, enquanto a mais baixa foi no mês de setembro, 83,65% e 61,16%, respectivamente.

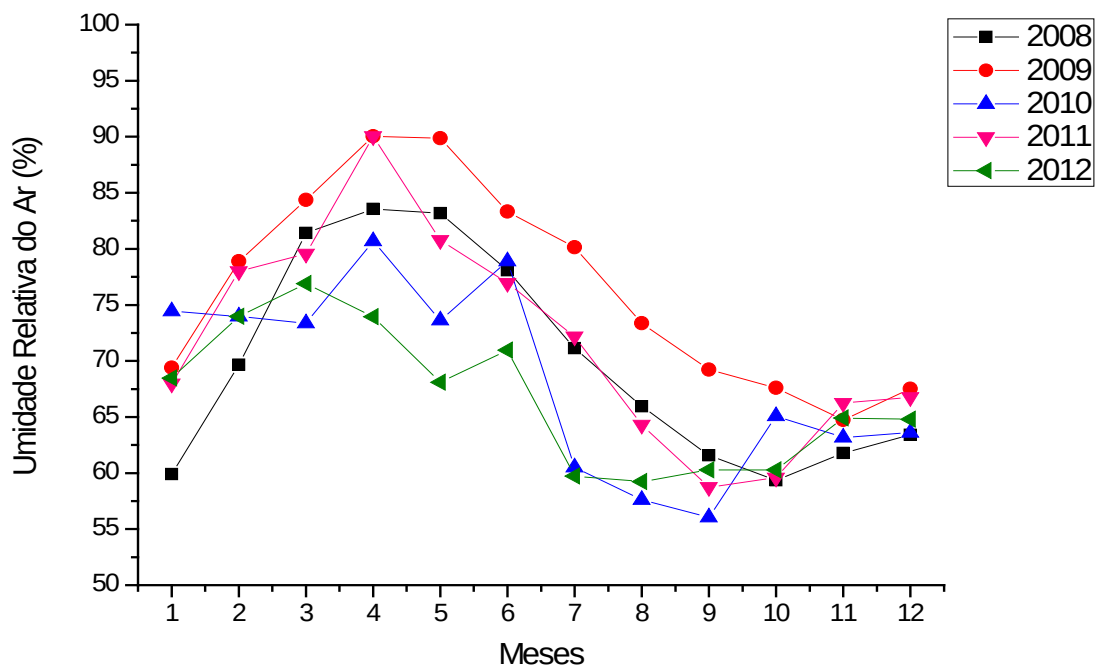


Figura 3: Umidade Relativa média em relação aos meses ao longo dos anos (2008, 2009, 2010, 2011 e 2012).

Na Figura 4 é possível visualizar a variação na precipitação ao longo dos meses e ao longo dos anos, isto demonstra que há irregularidade das variáveis meteorológicas na região estudada.

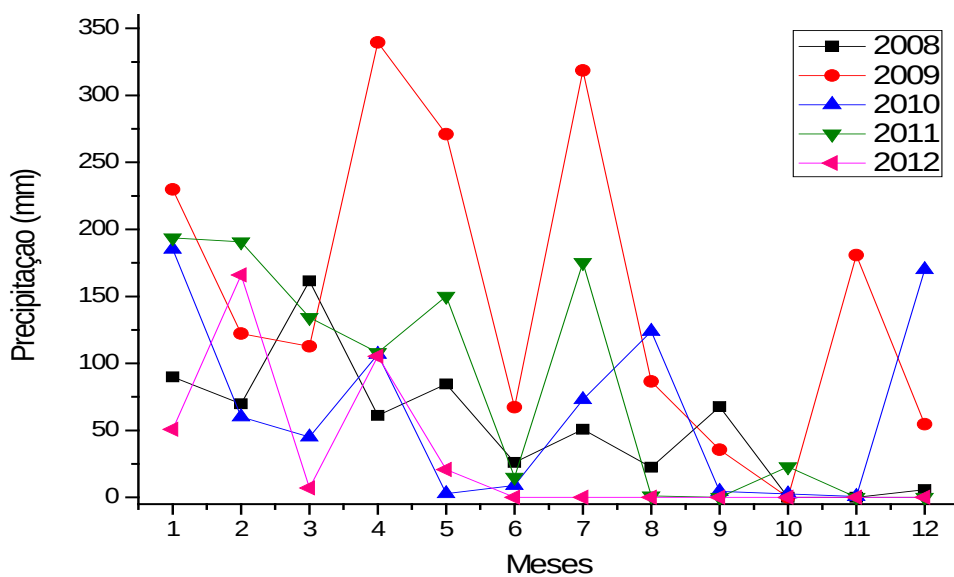


Figura 4: Precipitação pluviométrica em relação aos meses ao longo dos anos (2008, 2009,

2010, 2011 e 2012).

Com base nos dados de pluviosidade, observou-se que o ano de 2009 foi atípico, onde teve vários picos de precipitação durante todo o ano, desta forma, levamos em consideração somente os meses dos anos, e não a comparação de cada mês a cada ano. Então os meses foram analisados isoladamente e as médias de produção correlacionadas com as médias das variáveis meteorológicas e precipitação absoluta para que haja entendimento destas sobre a produção de leite na região semiárida.

A Figura 5 mostra a média das temperaturas do ar máximas, mínimas e médias. Observou-se que as temperaturas mínima, média e máxima ao longo do ano não apresentaram grandes variações. Não sendo assim considerado fator determinante na produção de leite.

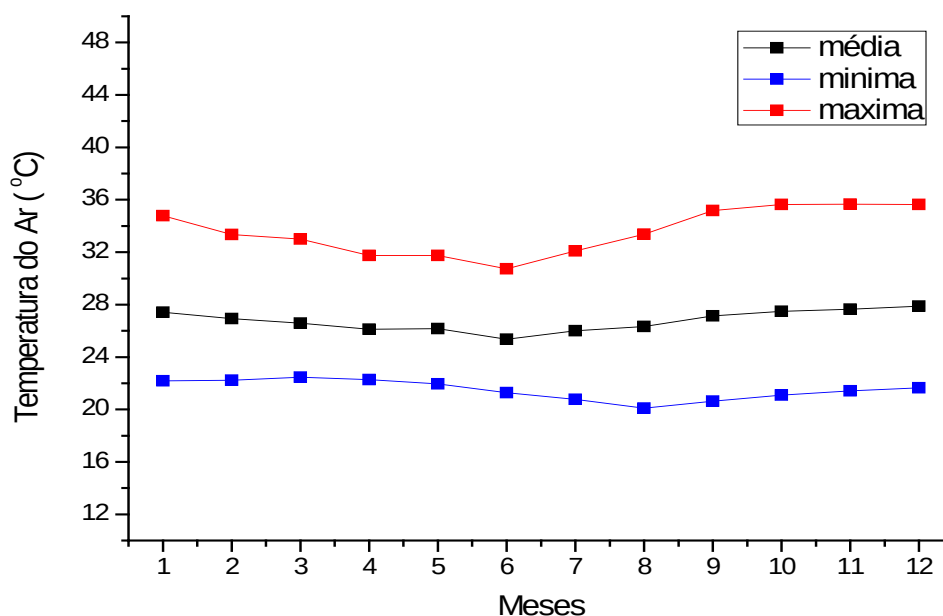


Figura 5: Média, máxima e mínima das temperaturas médias dos meses dos 5 anos.

Observou-se na Figura 6 que a umidade relativa apresentou maiores médias entre os meses de março a junho, mas durante os outros meses não houve grandes variações.

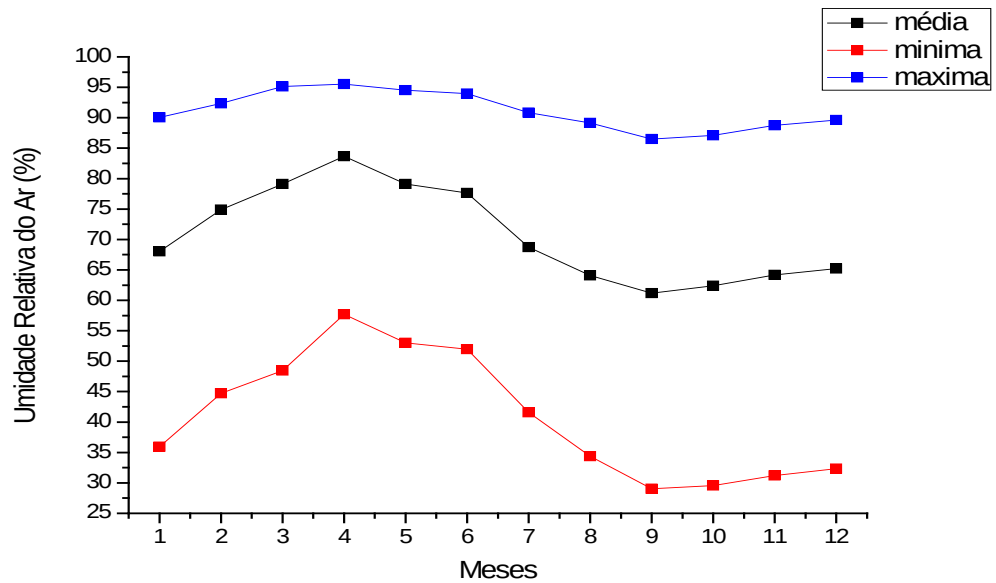


Figura 6: Média, máxima e mínima das umidades relativas médias dos meses dos 5 anos

Observou-se que a umidade relativa do ar e a temperatura do ar foram inversamente proporcionais (Fig. 5), Falcão et. al. (2010) afirma que a umidade relativa do ar é influenciada por alguns importantes controles climáticos como a temperatura, mesmo que não ocorra aumento ou diminuição em seu conteúdo de umidade. Ou seja, é inversamente proporcional a temperatura.

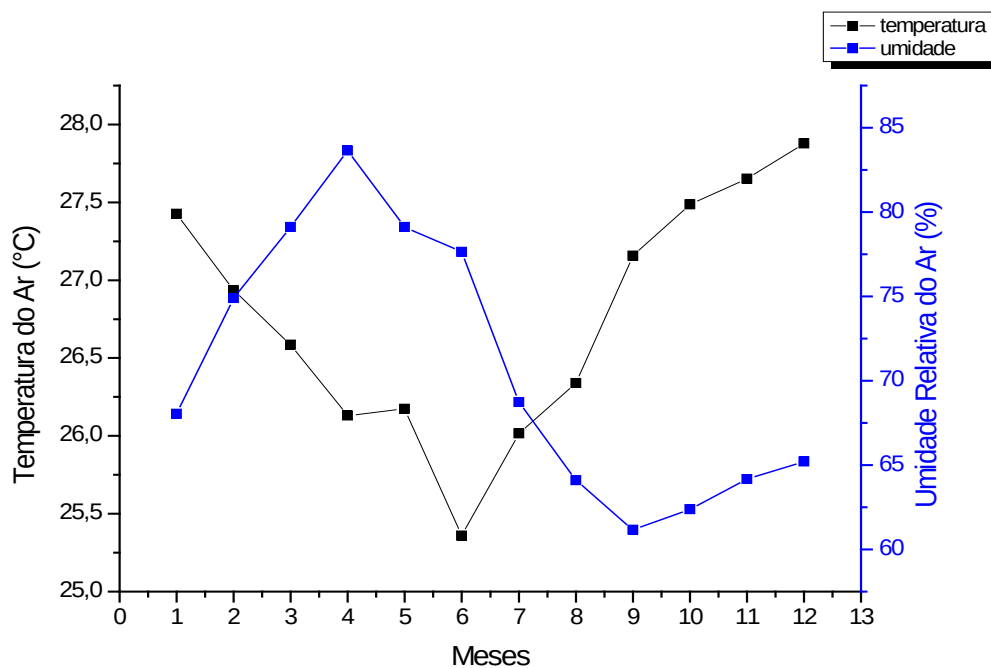


Figura 7: Relação entre temperatura média dos meses em função da umidade relativa média

dos meses ao longo dos anos 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012.

Observa-se que a média da produção (Fig.8) cresceu à medida que aumentou a ordem de lactação, os resultados encontrados demonstram que vacas de 5ª lactações apresentam maiores níveis produtivos que as novilhas.

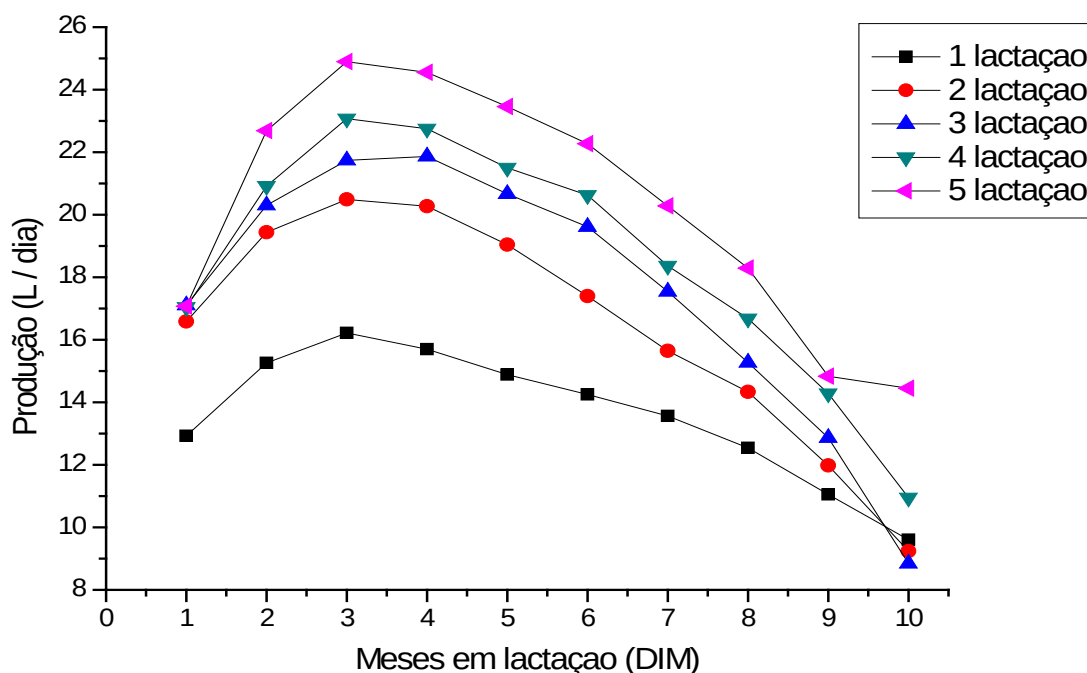


Figura 8: Médias de produção em litros, de acordo com a ordem de lactação e em função das classes de dias de lactação.

Coelho (2010), afirma que a produção atinge o pico na 5ª lactação quando o animal está com 7 a 8 anos. Guimarães et. al. (2002), acreditam que estas respostas poderiam ser explicadas pelo fato de animais mais adultos estarem mais próximos da maturidade fisiológica, o que favorece um maior desempenho produtivo. Oliveira et. al. (2012), afirma que a menor produção na primeira lactação pode ser devido as vacas primíparas ainda estarem em fase de crescimento, o que torna mais difícil o atendimento das suas exigências nutricionais. Desta forma, pode-se dizer que a manutenção de matrizes no rebanho com idade produtiva até 5 anos pode ser economicamente vantajosa para o produtor. Ainda na Figura 8, podemos observar que o pico de cada lactação ocorreu entre 60 e 90 dias, resultados também encontrados por Cobucci et. al. (2004) e Melo et. al. (2005) em avaliação da persistência na



lactação de vacas da raça Holandesa os quais observaram que o pico de lactação ocorreu entre 60 e 90 dias, e 55 e 87 dias respectivamente.

De acordo com Berbigier (1988), as vacas leiteiras tendem a reduzir significativamente a produção de leite com o aumento da temperatura ambiente, já que as atividades ligadas à produção de leite geram grandes quantidades de calor. Porém podemos observar que na Figura 9, que não houve correlação entre as variáveis (produção de leite e a temperatura do ar), ou seja, a temperatura do ar não influenciou nos níveis produtivos das vacas criadas nessa região. Então, podemos dizer que por utilizarmos animais mestiços, adaptados ao clima semiárido que apresentam maior tolerância a altas temperaturas, além de também serem criados em fazenda que dispõe de tecnologias como sistema de irrigação de pastagens que favorece a disponibilidade de forragens durante todo o ano, não houve influencia do pelo período seco que compromettesse a lactação.

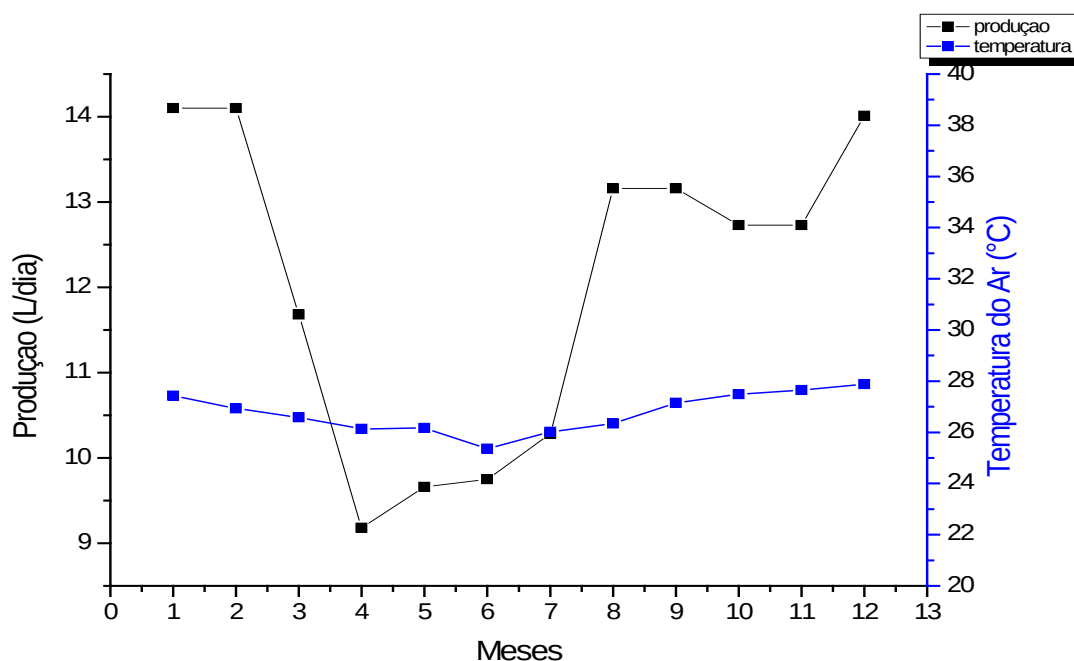


Figura 9: Relação entre média mensal da produção diária de leite em função da temperatura média dos meses ao longo dos anos 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012.

De acordo com a Figura 10, podemos verificar que a produção de leite e a umidade relativa do ar são inversamente proporcionais, quando a  $U_R$  está alta a produção de leite está baixa. Antunes et. al. (2009), encontraram resultados semelhantes, e afirmaram que umidade relativa do ar acima de 60% (condições comuns em várias partes do Brasil) a queda na produção de leite pode chegar a 30% e a taxa de concepção fica seriamente comprometida. Nos meses em que ocorre precipitação a umidade relativa está muito alta, o que prejudica a

dissipação de calor (termólise) através da evaporação cutânea, isto pode ser uma influencia para que ocorra menor produção de leite.

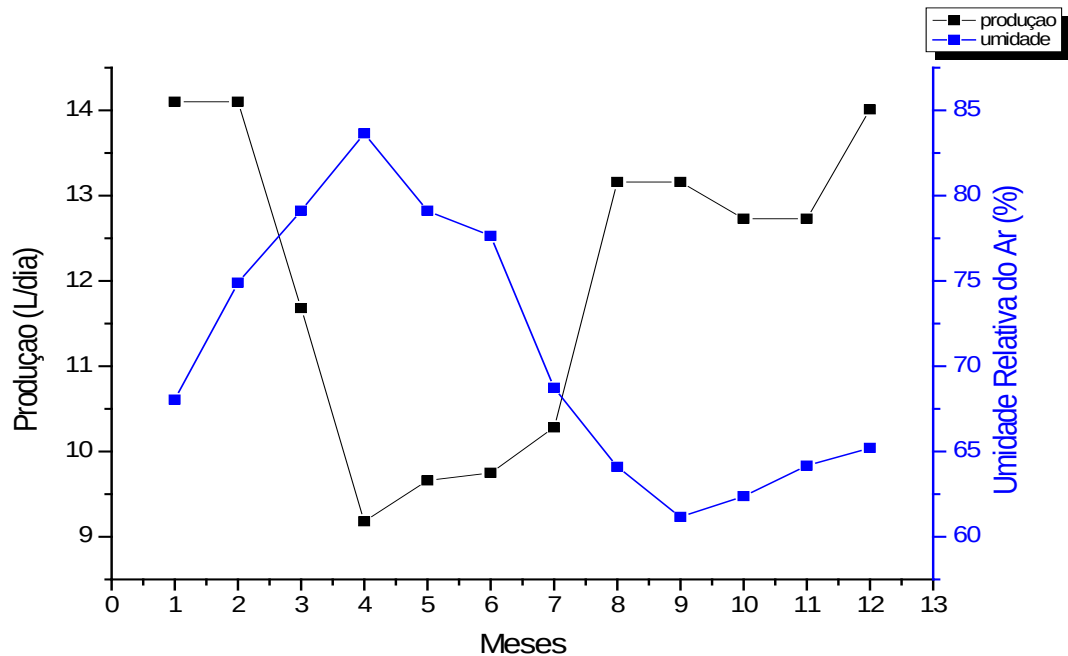


Figura 10: Relação entre média mensal da produção diária de leite em função da umidade relativa média dos meses ao longo dos anos 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012.

A Figura 11 ilustra a correlação entre as médias da precipitação pluviométrica e da produção de leite de cada ano. De acordo com o gráfico, podemos afirmar que houve correlação negativa entre as variáveis estudadas, ou seja, durante o ano que apresentou maior precipitação, houve uma queda significativa da produção de leite.

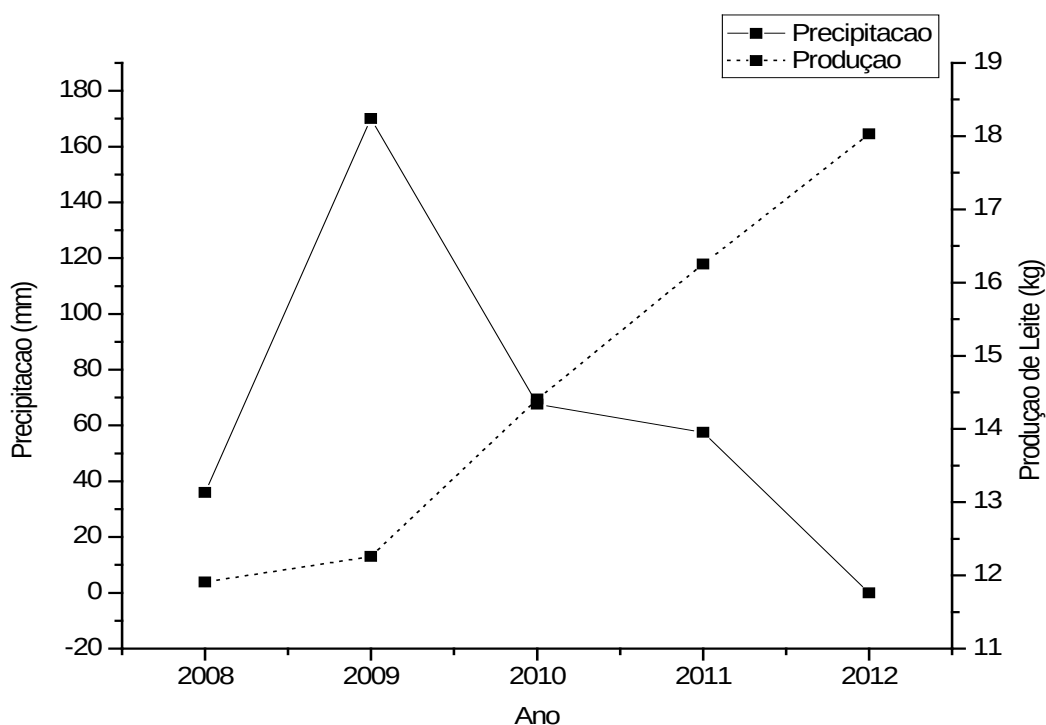


Figura 11: Correlação entre a precipitação pluviométrica e a produção de leite ao longo dos 5 anos

As altas precipitações pluviométricas exercem influência negativa sobre o desempenho das pastagens em virtude de alguns fatores como o solo encharcado, alta nebulosidade e baixa luminosidade que provocam redução no crescimento das forrageiras e isto, por sua vez interfere com a produção de leite, sobretudo em sistemas cuja base da alimentação é o pastejo.

Além disso, Neiva & Neiva (2006) afirmam que animais mantidos em pisos com excesso de umidade, geralmente apresentam feridas interdigitais, ocasionados pela fragilidade e maceração dos cascos. Baseado nesta afirmação, podemos dizer que a alta precipitação, pode ter influenciado negativamente a produção, pelo aparecimento de pododermatites, o que afeta diretamente no desempenho produtivo do animal, pois de acordo com Broom & Fraser (2010) a capacidade das vacas leiteiras realizarem vários comportamentos devido a problemas de cascos torna-se em geral impedida, e pode haver consequências adversas para vários outros aspectos do seu funcionamento biológico normal. As perdas estimadas na produção leiteira demonstram uma diminuição de cerca de 5 a 20% na lactação, de 25% no peso vivo, além de consequências sobre o desempenho reprodutivo (BERTERO, 1992). Outro fator que pode ter influenciado diretamente no resultado desta correlação é a incidência de parasitas intestinais,

que encontram no período chuvoso ambiente ideal para sua proliferação, quando a umidade e a temperatura encontram-se elevadas. Defante et. al. (2007) obtiveram resultados os quais afirmam que o alto índice de precipitação pluviométrica foram aspectos que provavelmente favoreceram a sobrevivência das formas infectantes de endoparasitas.

## 6. CONCLUSÕES

Na região semiárida as vacas mestiças apresentam produção crescente até a 5ª lactação, onde o pico ocorre entre 60 e 90 dias de lactação.

A produção diária de leite apresenta correlação com as variáveis meteorológicas. Negativamente com a umidade relativa e, principalmente, com a precipitação pluviométrica, e positivamente, mas baixa, com a temperatura do ar.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, M. M.; PAZINATO P. G.; PEREIRA R. A.; SCHNEIDER, A.; BIANCHI, I.; CORRÊA, M. N. Efeitos do estresse calórico sobre a produção e reprodução do gado leiteiro. NUPEEC – Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária. 2009 Pelotas - RS.
- BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: Simpósio Internacional de Bioclimatologia Animal nos Trópicos, 1. Fortaleza. 1990. Anais. Embrapa-DIE. Brasília. p. 9- 17. (Embrapa-CNPC. Documentos, 7).
- BAÊTA, F. C.; MEADOR, N. F.; SHANKLIN, M. D.; JOHNSON, H. D. Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating cows. In: **Meeting Of The American Society Of, Agricultural Engineers**, Baltimore, MD, June 28-July 1. Paper nº 87- 4015, ASAE, 1987.
- BERBIGIER, P. Bioclimatologie des ruminants domestiques en zones tropicales. Paris: INRA, 1988. 237 p.
- BERTERO, J. Exploracion clinica del pie del bovino. In: PESCE, L. (Ed.). Enfermidades podais de los ruminantes. Montevideu: Hemisfério Sur, 1992, p. 3-16.
- BILBY, T. R.; TATCHER, W. W.; HANSEN, P. J. Estratégias farmacológicas nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. In: XIII Cursos Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, 2009, Uberlândia, MG. **Anais...** 2009, p. 59-71
- BOURAOUI, R.; LAHMAR, M.; MAJDOUB, A.; DJEMALI, M.; BELYEA, R. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Anim. Res.* 51 (2002) 479–491.
- BRIDI, A. M., Adaptação e Aclimação animal, 2009. Disponível em: <[http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia\\_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf](http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf)> Acesso: 12 de Maio de 2012.
- BROOM, D. M.; FRASER, A. F. **Comportamento e bem-estar de animais domésticos**. 4ªed. Barueri-SP. Ed. Manole, 2010.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, n.24, p.711-714, 1981.
- CÂNDIDO, M. J. D. ; ARAUJO, G. G. L. ; CAVALCANTE, M. A. B. **Pastagens no ecossistema Semiárido Brasileiro: atualização e perspectivas futuras**. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2005, Goiânia.. **Anais...** 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia.. Goiânia: SBZ., 2005. p. 85-94.
- COBUCCI, J. A.; EUCLYDES, R. F.; COSTA, C. N.; LOPES, P. S.; et. al. Análises da Persistência na Lactação de Vacas da Raça Holandesa, Usando Produção no Dia do Controle e Modelo de Regressão Aleatória. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.546-554,

2004.

COELHO, S. G.. Formação da glândula mamaria e seu impacto na produção de leite. In: PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; QUEIROZ, A. C.; MIZUBUTI, I. Y. Novilhas leiteiras. Fortaleza. Graphiti gráfica e editora ltda., 2010. p. 115-135

COSTA E SILVA, E. V.; KATAYAMA, K. A.; MACEDO, G. G., RUEDA, P. M.; ABREU, U. G. P.; ZÚCCARI, C. E. S. N. EFEITO DO MANEJO E DE VARIÁVEIS BIOCLIMÁTICAS SOBRE A TAXA DE GESTAÇÃO EM VACAS RECEPTORAS DE EMBRIÕES Ci. Anim. Bras., Goiânia, v. 11, n. 2, p. 280-291, abr./jun. 2010

CRUZ, L. V.; ANGRIMANI, D. S. R.; RUI, B. R.; SILVA, M. A. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano IX – n. 16 – Janeiro de 2011 – Periódicos Semestral

DAMASCENO, J. C.; TARGA, L. A. Definição de variáveis climáticas na determinação da resposta de vacas holandesas em um sistema “free stall”. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.12, n.2, 1997. p.12-25.

DEFANTE, L.; PEIXOTO, E. C. T. M.; MARENGONI, N. G.; ARAÚJO, J. S.; NEUHAUS, L. D.; LEVISTKI, I. C.; HERPICH, R.. Contribuição da incidência de endoparasitas em bezerras leiteiras para o controle estratégico na região de Marechal Cândido Rondon – PR. In: IV Congresso Internacional de Zootecnia XVII, 2007, Londrina. Zootec. 2007, 2007. V. único. p. 1-5.

ENCARNAÇÃO, R. O. Estresse e Produção animal. In: Ciclo Internacional de Palestras sobre Bioclimatologia Animal. 1989, Botucatu. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.111-129.

FALCÃO, R. M.; GALVANI, E.; BESERRA, N. G. L.; CRUZ, B. R. P. Análise da variação da umidade relativa do ar do pico da bandeira, parque nacional alto caparaó, Brasil. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física . Universidade de Coimbra- Portugal, 2010.

FERREIRA, M. de A.; SILVA, F. M. da; BISPO, S. V.; AZEVEDO, MARCÍLIO DE. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **R. Bras. Zootec.**, v.38, p.322-329, 2009.

GUIMARÃES, J. D.; ALVES, N. G.; COSTA, E. P. DA C.; SILVA, M. R.; COSTA, F. M. J.; ZAMPERLINI, B. Eficiências Reprodutiva e Produtiva em Vacas das Raças Gir, Holandês e Cruzadas Holandês x Zebu. R. Bras. Zootec., v.31, n.2, p.641-647, 2002

HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: **Stress Physiology in Livestock** (M.K. Yousef, ed.), vol. II. Boca Raton, FL: CRC Press, 1985.

HARVEY, W. R. Least-Squares analysis of data with unequal subclass numbers. Beltsville: U.S.D.A., 1960. 157p (U.S.D.A. p. 20-8).

HEAD, H.H. Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1995, Jaboticabal. **Anais..** Jaboticabal: SBBiomet, p.26-68. 1995.

HEAD, H.H. The strategic use of the physiological potential of the dairy cow. *In: Simpósio Leite nos Trópicos: novas estratégias de produção*. 1989. Botucatu. **Anais...** Botucatu, 1989. p. 38-89.

IPECE. Perfil básico municipal de Limoeiro do Norte. Fortaleza, 2011. Disponível em: [http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm-2011/Limoeiro\\_do\\_Norte.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2011/Limoeiro_do_Norte.pdf)  
Acesso em: 20 de mai. 2012.

JOHNSON, H.D. Physiological responses and productivity of cattle. *In: YOUSEF, M.K. Stress physiology in livestock*, v. 2, Boca Raton, Fla: CRC Press, 1985. p. 3-22.

JOHNSON, H.D.; RAGSDALE, A. C.; BERRY, I.L; SANKLIN, M.D. Effect of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle. **Missouri Agric. Exp. Sta. Res. Bull.** Nº791, 1962.

LEME, T. M. S. P., PIRES, M. F. A., VERNEQUE, R. S., ALVIM, M. J., AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças Holandês X Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema Silvipastoril. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, maio/jun., 2005.

LITTELL, R. C.; FREUND, R. J.; SPECTOR, P. C. SAS® System for Linear Models. 3. ed. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1991. 329p.

MEDEIROS L. F. D.; VIEIRA D. H. Bioclimatologia animal. Rio de Janeiro, 1997. [Apostila de Bioclimatologia Animal do Instituto de Zootecnia - Universidade Federal do Rio de Janeiro].

MELO, C. M. R.; PACKER, I. U.; COSTA, C. N.; MACHADO, P. F. Parâmetros genéticos para as produções de leite no dia do controle e da primeira lactação de vacas da raça Holandesa. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.3, p.796-806, 2005.

MÜLLER, P. B. Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos. 3ª ed. Porto Alegre: SULINA, 1989. 262p.

NASCIMENTO, G. V.; CARDOSO, E. A.; BATISTA, N. L. SOUZA, B. B.; CAMBUÍ, G. B. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. **A CSA - AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO** V. 9, n. 4, p. 28-36, out – dez, 2013

NEIVA, A. C. G. R.; NEIVA, J. N. M. **Do campo para o campo: Tecnologias para a produção de leite**. Fortaleza: Expressão gráfica e ed. Ltda., 320p., 2006

NÓBREGA, G. H.; SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; MANGUEIRA, J. M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável grupo verde de agricultura alternativa**. Mossoró – RN. V.6, n.1, p. 67 - 73 janeiro/março de 2011

OLIVEIRA, P. A.; RUAS, J. R. M.; FROTA, L. M. Avaliação de características produtivas e reprodutivas de vacas F1 Holandês x Gir. Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 9., 2012, Belo Horizonte.



PERISSINOTTO, M.; CRUZ, V. F.; PEREIRA, A.; MOURA, D. J. Influência das condições ambientais na produção de leite da vacaria Mitra. **Revista de Ciências Agrárias**, p. 143-149, 2005.

POCAY, P. L. B.; POCAY, V. G.; STARLING, J. M. C.; SILVA, R.G. Respostas fisiológicas de vacas Holandesas predominantemente brancas e predominantemente negras sob radiação solar direta. **ARS VETERINARIA**, 17 (2):155-161, 2001.

PORCIONATO, M. A. F.; FERNANDES, A. M.; SARAM NETTO, A.; SANTOS, M. V. Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite. **Rev. Acad., Ciên. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v.7, n.4, p. 483-490, out./dez. 2009

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, J. M. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.06, n. 02 abril/junho 2010 p. 14-22, UFCG – Patos – PB.

SAMPAIO, C. A. P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J. A. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Revista Ciência Rural**, v.34, n.3, p.785-790, 2004.

SILVA B. C, M. E; ALMEIDA, A. C. DE; FONSECA, L. M. DA; OLIVEIRA, F. G.; FERNANDES, R. DE C.; RIBEIRO JÚNIOR, C. S.; LIMA, C. DE A.; SILVEIRA, J. T.; MENEZES, I. R. Interferência de fatores climáticos em respostas fisiológicas de vacas Holandesas em lactação no semiárido mineiro. In: ZOOTECA 2009, Águas de Lindóia – SP. **Anais...** 2009.

SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel/FAPESP, 286p., 2000.

SILVA, R.G.; MORAIS, D.A.E.F.; GUILHERMINO, M.M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1192-1198, 2007.

THOM, E. C. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. Transactions Amer. Soc. Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engrs., v.55, p.65-72, 1958.

TITTO, E.A.L. Clima: Influência na produção de leite. Ambiência na produção e leite em clima quente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.10-23.

TONELLO, C. L. **Validação de índice de conforto térmico e zoneamento bioclimático da bovinocultura de leite**. 2011. 140p. (Tese de Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Maringá-PR

## **ANEXOS**

Tabela 4 – Correlação entre a produção de leite de vacas mestiças a lactação 1 e classes de DIM

| <b>Produção</b>          | <b>T média</b> | <b>Tmax</b> | <b>Tmin</b> | <b>UR média</b> | <b>UR máx</b> | <b>UR mín</b> | <b>Precipitação</b> |
|--------------------------|----------------|-------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------------|
| <b>Lactação 1 DIM 1</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 12,93                    | -0,062         | -0,069      | 0,035       | 0,078           | 0,100*        | 0,067         | 0,056               |
| <b>Lactação 1 DIM 2</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 15,26                    | 0,069          | 0,019       | -0,013      | -0,083*         | -0,127**      | -0,046        | 0,086*              |
| <b>Lactação 1 DIM 3</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 16,22                    | 0,107**        | 0,096*      | -0,204**    | -0,186**        | -0,126**      | -0,158**      | -0,051              |
| <b>Lactação 1 DIM 4</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 15,70                    | 0,210**        | 0,249**     | 0,193**     | -0,258**        | -0,277**      | -0,257**      | -0,222**            |
| <b>Lactação 1 DIM 5</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 14,89                    | 0,290**        | 0,323**     | -0,069      | -0,243**        | -0,241**      | -0,290**      | -0,284**            |
| <b>Lactação 1 DIM 6</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 14,25                    | 0,272**        | 0,333**     | 0,077       | -0,268**        | -0,248**      | -0,308**      | -0,275**            |
| <b>Lactação 1 DIM 7</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 13,56                    | 0,272**        | 0,297**     | 0,021       | -0,245**        | -0,248**      | -0,254**      | -0,142**            |
| <b>Lactação 1 DIM 8</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 12,54                    | 0,260**        | 0,2311**    | 0,112*      | -0,204**        | -0,236**      | -0,183**      | -0,216**            |
| <b>Lactação 1 DIM 9</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 11,05                    | 0,187**        | 0,193**     | 0,057       | -0,153**        | -0,162**      | -0,160**      | -0,057              |
| <b>Lactação 1 DIM 10</b> |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 9,61                     | 0,129*         | 0,189**     | -0,010      | -0,131*         | -0,073        | -0,172**      | -0,226**            |

\*\*P&lt;0,01; \*P&lt;0,05

Tabela 5 – Correlação entre a produção de leite de vacas mestiças a lactação 2 e classes de DIM

| <b>Produção</b>          | <b>T média</b> | <b>Tmax</b> | <b>Tmin</b> | <b>UR média</b> | <b>UR máx</b> | <b>UR mín</b> | <b>Precipitação</b> |
|--------------------------|----------------|-------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------------|
| <b>Lactação 2 DIM 1</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 16,58                    | 0,186**        | 0,130*      | 0,064       | -0,143*         | -0,136*       | -0,134*       | -0,139*             |
| <b>Lactação 2 DIM 2</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 19,44                    | 0,196**        | 0,208**     | 0,064       | -0,127**        | -0,130**      | -0,180**      | -0,107*             |
| <b>Lactação 2 DIM 3</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 20,49                    | 0,264**        | 0,236**     | 0,004       | -0,266**        | -0,290**      | -0,255**      | -0,274**            |
| <b>Lactação 2 DIM 4</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 20,27                    | 0,323**        | 0,295**     | -0,037      | -0,336**        | -0,309**      | -0,336**      | -0,284**            |
| <b>Lactação 2 DIM 5</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 19,04                    | 0,257**        | 0,228**     | 0,032       | -0,273**        | -0,316**      | -0,252**      | -0,258**            |
| <b>Lactação 2 DIM 6</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 17,40                    | 0,227**        | 0,196**     | -0,079      | -0,303**        | -0,291**      | -0,279**      | -0,275**            |
| <b>Lactação 2 DIM 7</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 15,65                    | 0,134*         | 0,115*      | -0,215**    | -0,295**        | -0,304**      | -0,239**      | -0,270**            |
| <b>Lactação 2 DIM 8</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 14,33                    | 0,271**        | 0,247**     | -0,177**    | -0,404**        | -0,440**      | -0,338**      | -0,310**            |
| <b>Lactação 2 DIM 9</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 11,98                    | 0,181**        | 0,162**     | -0,236**    | -0,348**        | -0,424**      | -0,249**      | -0,263**            |
| <b>Lactação 2 DIM 10</b> |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 9,24                     | 0,227**        | 0,238**     | -0,199**    | -0,313**        | -0,326**      | -0,271**      | -0,254**            |

\*\*P&lt;0,01; \*P&lt;0,05

Tabela 6– Correlação entre a produção de leite de vacas mestiças a lactação 3 e classes de DIM

| <b>Produção</b>          | <b>T média</b> | <b>Tmax</b> | <b>Tmin</b> | <b>UR média</b> | <b>UR máx</b> | <b>UR mín</b> | <b>Precipitação</b> |
|--------------------------|----------------|-------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------------|
| <b>Lactação 3 DIM 1</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 17,10                    | 0,319**        | 0,306**     | -0,062      | -0,329**        | -0,308**      | -0,323**      | -0,253**            |
| <b>Lactação 3 DIM 2</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 20,38                    | 0,141*         | 0,194**     | -0,179**    | -0,267**        | -0,179**      | -0,280**      | -0,365**            |
| <b>Lactação 3 DIM 3</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 21,74                    | 0,123          | 0,145*      | -0,053      | -0,224**        | -0,219**      | -0,207**      | -0,255**            |
| <b>Lactação 3 DIM 4</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 21,86                    | 0,064          | 0,170*      | -0,212**    | -0,212**        | -0,304**      | -0,330**      | -0,287**            |
| <b>Lactação 3 DIM 5</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 20,67                    | 0,016          | 0,192**     | -0,241**    | -0,236**        | -0,260**      | -0,279**      | -0,365**            |
| <b>Lactação 3 DIM 6</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 19,61                    | 0,060*         | 0,212**     | -0,176**    | -0,298**        | -0,313**      | -0,303**      | -0,333**            |
| <b>Lactação 3 DIM 7</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 17,54                    | 0,277**        | 0,287**     | -0,336**    | -0,437**        | -0,396**      | -0,385**      | -0,342**            |
| <b>Lactação 3 DIM 8</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 15,27                    | 0,173*         | 0,236**     | -0,136      | -0,318**        | -0,285**      | -0,326**      | -0,245**            |
| <b>Lactação 3 DIM 9</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 12,86                    | 0,333**        | 0,324**     | 0,011       | -0,394**        | -0,463**      | -0,342**      | -0,201**            |
| <b>Lactação 3 DIM 10</b> |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 8,84                     | 0,227**        | 0,164       | 0,143       | -0,139          | -0,270**      | -0,097        | -0,097              |

\*\*P&lt;0,01; \*P&lt;0,05

Tabela 7 – Correlação entre a produção de leite de vacas mestiças a lactação 4 e classes de DIM

| <b>Produção</b>          | <b>T média</b> | <b>Tmax</b> | <b>Tmin</b> | <b>UR média</b> | <b>UR máx</b> | <b>UR mín</b> | <b>Precipitação</b> |
|--------------------------|----------------|-------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------------|
| <b>Lactação 4 DIM 1</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 17,04                    | 0,176          | 0,135       | 0,075       | -0,063          | -0,075        | -0,065        | -0,010              |
| <b>Lactação 4 DIM 2</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 20,92                    | 0,241**        | 0,196**     | 0,031       | -0,203**        | -0,220**      | -0,165*       | -0,062*             |
| <b>Lactação 4 DIM 3</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 23,07                    | 0,346**        | 0,254**     | 0,083       | -0,255**        | -0,212**      | -0,227**      | -0,006              |
| <b>Lactação 4 DIM 4</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 22,75                    | 0,079          | 0,022       | 0,063       | -0,116          | -0,192*       | -0,047        | -0,034              |
| <b>Lactação 4 DIM 5</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 21,50                    | 0,099          | 0,130       | 0,017       | -0,116          | -0,187*       | -0,096        | -0,185*             |
| <b>Lactação 4 DIM 6</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 20,62                    | 0,099          | 0,219**     | -0,106      | -0,176*         | -0,137        | -0,189*       | -0,183*             |
| <b>Lactação 4 DIM 7</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 18,36                    | 0,135          | 0,327**     | -0,284**    | -0,203**        | -0,153**      | -0,294**      | -0,268**            |
| <b>Lactação 4 DIM 8</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 16,68                    | 0,252**        | 0,312**     | -0,038      | -0,285**        | -0,284**      | -0,312**      | -0,237**            |
| <b>Lactação 4 DIM 9</b>  |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 14,28                    | 0,243**        | 0,215*      | -0,033      | -0,442**        | -0,447**      | -0,347**      | -0,322**            |
| <b>Lactação 4 DIM 10</b> |                |             |             |                 |               |               |                     |
| 10,95                    | 0,362**        | 0,156       | 0,095       | -0,431**        | -0,498**      | -0,248**      | -0,321**            |

\*\*P&lt;0,01; \*P&lt;0,05

Tabela 8 – Correlação entre a produção de leite de vacas mestiças a lactação 5 e classes de DIM

| <b>Produção</b> | <b>T média</b> | <b>Tmax</b> | <b>Tmin</b> | <b>UR média</b>          | <b>UR máx</b> | <b>UR mín</b> | <b>Precipitação</b> |
|-----------------|----------------|-------------|-------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------------|
|                 |                |             |             | <b>Lactação 5 DIM 1</b>  |               |               |                     |
| 17,07           | 0,249*         | 0,218       | 0,002       | -0,192                   | -0,158        | -0,198        | 0,301**             |
|                 |                |             |             | <b>Lactação 5 DIM 2</b>  |               |               |                     |
| 22,69           | 0,367**        | 0,376**     | 0,048       | -0,365**                 | -0,353**      | -0,400**      | -0,135              |
|                 |                |             |             | <b>Lactação 5 DIM 3</b>  |               |               |                     |
| 24,90           | 0,174          | 0,238**     | 0,004       | -0,255**                 | -0,227*       | -0,294**      | -0,395**            |
|                 |                |             |             | <b>Lactação 5 DIM 4</b>  |               |               |                     |
| 24,55           | 0,390**        | 0,414**     | -0,061      | -0,384**                 | -0,323**      | -0,495**      | -0,145              |
|                 |                |             |             | <b>Lactação 5 DIM 5</b>  |               |               |                     |
| 23,46           | 0,142          | 0,150       | -0,045      | -0,126                   | -0,091        | -0,178        | -0,093              |
|                 |                |             |             | <b>Lactação 5 DIM 6</b>  |               |               |                     |
| 22,27           | 0,022          | 0,066       | 0,199       | -0,014                   | -0,160        | -0,019        | 0,129               |
|                 |                |             |             | <b>Lactação 5 DIM 7</b>  |               |               |                     |
| 20,28           | -0,194         | -0,176      | 0,036       | 0,142                    | 0,015         | 0,199         | -0,165              |
|                 |                |             |             | <b>Lactação 5 DIM 8</b>  |               |               |                     |
| 18,29           | 0,160          | 0,220*      | -0,339*     | -0,208                   | -0,085        | -0,305**      | -0,250**            |
|                 |                |             |             | <b>Lactação 5 DIM 9</b>  |               |               |                     |
| 14,83           | 0,154          | 0,171       | -0,234      | -0,247*                  | -0,177        | -0,266*       | -0,209              |
|                 |                |             |             | <b>Lactação 5 DIM 10</b> |               |               |                     |
| 14,45           | -0,116         | -0,057      | 0,114       | -0,109                   | -0,231        | -0,081        | -0,288              |

\*\*P&lt;0,01; \*P&lt;0,05